

INCREMENTO DA BIOMASSA AÉREA DA VEGETAÇÃO DOS CAMPOS NATURAIS DO PARANÁ EM PERÍODO PÓS-QUEIMA

Celso Darci Seger¹, Antonio Carlos Batista², Alexandre França Tetto², Marcos Vinicius Giongo Alves³, Ronaldo Viana Soares², Daniela Biondi²

¹Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Curitiba, Paraná, Brasil – celsoseger@gmail.com

²Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Florestais, Curitiba, Paraná, Brasil – batistaufpr@ufpr.br; tetto@ufpr.br; rvsoares@ufpr.br; dbiondi@ufpr.br

³Universidade Federal do Tocantins, Departamento de Ciências Florestais, Gurupi, Tocantins, Brasil – giongo@uft.edu.br

Recebido para publicação: 06/10/2015 – Aceito para publicação: 03/03/2016

Resumo

O objetivo do estudo foi determinar o incremento de biomassa aérea da vegetação de campos naturais em período de regeneração pós-queimas na área da Reserva Particular do Patrimônio Natural Caminho das Tropas, município de Palmeira, Paraná. A pesquisa foi desenvolvida num período de um ano, com coletas bimestrais de dados. Anteriormente à queima, a carga de biomassa foi estimada em 14,90 ton.ha⁻¹ e, após a queima, a carga de material residual (não queimado) foi estimada em 3,41 ton.ha⁻¹. O incremento de biomassa apresentou média mensal de 1,92 ton.ha⁻¹ nos seis primeiros meses, quando então se estabilizou. As médias de cargas de biomassa determinadas para as diferentes datas de coleta foram: 11,20 ton.ha⁻¹ na primeira, 13,05 ton.ha⁻¹ na segunda, 14,95 ton.ha⁻¹ na terceira, 14,88 ton.ha⁻¹ na quarta, 13,69 ton.ha⁻¹ na quinta e 14,29 ton.ha⁻¹ na sexta. O teor médio de umidade do material variou de 243,98% registrado na primeira coleta para 56,18% na última. Os resultados mostraram que a recomposição da biomassa aérea da vegetação campestre na área de estudo ocorreu num espaço de tempo bastante curto e que o teor de umidade sofreu queda vertiginosa também em curto espaço de tempo.

Palavras-chave: Material combustível; regeneração vegetal; estepe gramíneo-lenhosa.

Abstract

Increase of aerial biomass vegetation of Paraná natural fields in post-burn period. The aim of this study was to determine the biomass increment of the natural grasslands vegetation in post-burn regeneration period in the area of Private Natural Heritage Reserve Caminho das Tropas, Palmeira County, Paraná State. The duration of the study was one year with six (bimonthly) data collections. Prior to firing, the biomass load was estimated in 14.90 ton.ha⁻¹ and, after firing, the residual material charge (not burnt) estimated at 3.41 ton.ha⁻¹. The biomass increase presented monthly average of 1.92 ton.ha⁻¹ in the first six months, after which, occurred the stabilization. Loads of biomass determined for the different dates of collections were: 11.20 ton.ha⁻¹ in the first, 13.05 ton.ha⁻¹ in the second, 14.95 ton.ha⁻¹ in the third, 14.88 ton.ha⁻¹ in the fourth, 13.69 ton.ha⁻¹ in the fifth and 14.29 ton.ha⁻¹ in the sixth. The average moisture content of the material ranged from 243.98% recorded in the first collection to 56.18% in the last. The results showed that the recovery of the fields vegetation biomass in the study area occurred in a very short time and that the moisture content suffered precipitous drop in short time too.

Keywords: Fuel; plant regeneration; grassy-woody steppe.

INTRODUÇÃO

Os campos naturais do Paraná compõem uma das fitofisionomias encontradas no Estado, ocorrendo principalmente no Segundo Planalto, ao longo dos contrafortes da Escarpa Devoniana (MAACK, 2012).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2012), os campos naturais paranaenses foram incluídos na região da Estepe Gramíneo-Lenhosa, que se caracteriza pela presença de um estrato herbáceo entremeado muitas vezes a um estrato arbustivo baixo. Segundo Moro e Carmo (2007), a Estepe Gramíneo-Lenhosa apresenta tipologias diferenciadas, sendo, portanto, subdividida em estepe *stricto sensu* ou campo seco, estepe higrófila ou campo brejoso e refúgios vegetacionais rupestres, representados por áreas de campos dominadas por afloramentos de rocha que podem ou não estar recobertos por vegetação adaptada a esse meio.

Assim como toda a região dos Campos Sulinos, os campos naturais do Paraná também evoluíram sob a influência de diferentes distúrbios, em especial pela herbivoria e pela ação do fogo. Dentro do seu processo evolutivo, muitas plantas desenvolveram características anatômicas, fisiológicas e comportamentais que facilitam a combustão da parte aérea, mas não da parte subterrânea, sobressaindo-se na competição e eliminação de outras menos tolerantes a queimas periódicas (HERINGER; JACQUES, 2002).

De maneira geral, os efeitos do fogo sobre os ambientes de campo dependem de vários fatores, dentre os quais as condições meteorológicas no momento da queima, o tipo de solo da área, a frequência de queimas e a época do ano em que ocorrem, assim como a quantidade de combustível disponível, que determina a intensidade do fogo e a duração da queima (BATMANIAN, 1983). Cardoso *et al.* (2003) descrevem que áreas de campos queimadas na época adequada tendem a apresentar rápida regeneração da vegetação e com incremento acelerado de biomassa. Segundo os autores, essas áreas geralmente atingem, em pouco tempo, a mesma carga de material de outras que não sofreram a ação do fogo. Por outro lado, os autores também relatam que, quando as queimas ocorrem em período não propício, como, por exemplo, na época em que as plantas se encontram em fase de crescimento e rebrota natural, a regeneração pode ser prejudicada e o incremento de biomassa ser afetado, em face dos efeitos do fogo sobre a brotação.

Nos ecossistemas propensos ao fogo, a velocidade de propagação das chamas e as temperaturas do ar e do solo acabam influenciando decisivamente na regeneração e na composição da vegetação. Além disso, pode influenciar na dinâmica do banco de sementes e interferir no processo de germinação, sobrevivência, regeneração e reprodução de comunidades vegetais (HERINGER; JACQUES, 2002; CASALS *et al.*, 2015). A regeneração das plantas tem relação direta com a capacidade intrínseca de reação que cada espécie tem para suportar o calor do fogo, determinando sua resistência, regeneração ou sobrevivência (CARMO *et al.*, 2007). Portanto, o fogo atua como um elemento seletivo àquelas plantas mais resistentes ao calor e que geralmente utilizam reservas armazenadas no sistema radicular.

Pesquisas voltadas à análise da produção primária (incremento de biomassa) pós-queimas em ecossistemas de campos brasileiros são escassos, portanto, existindo poucas fontes de referência na literatura para embasar estudos com tal objetivo. Em sua maioria, os estudos disponíveis, como Damé *et al.* (1997), Evangelista *et al.* (1999), Heringer e Jacques (2002), Cardoso *et al.* (2003), Moura Zanini e Diniz (2006), Costa (2010), Mendes *et al.* (2010), Redin *et al.* (2011) e Brito (2011), tiveram por objetivo verificar os efeitos do fogo sobre a diversidade de espécies no período de regeneração da vegetação após queimas e, mais especificamente, sobre a perda de nutrientes do solo, essenciais à vitalidade dos pastos para manutenção de rebanhos. Em se tratando de estudos voltados especificamente à vegetação de Estepe Gramíneo-Lenhosa, não há relatos na literatura. Dessa forma, estudos com objetivos de avaliar o incremento de biomassa no período de regeneração da vegetação da Estepe Gramíneo-Lenhosa são importantes para o conhecimento da dinâmica ecológica dessa formação fitogeográfica quando submetida ao manejo pelo fogo.

Este estudo teve por objetivo realizar o acompanhamento do incremento de biomassa aérea da vegetação de campos naturais na área da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Caminho das Tropas, em período de regeneração da vegetação após realização de queima. A hipótese formulada para a pesquisa, com base em dados obtidos da literatura, é que o incremento de biomassa aérea da vegetação da área de estudo seria de forma acelerada, em face do tipo de queima empregada (queima controlada) e da época propícia do ano em que foi realizada. Além disso, as condições ambientais da área e as variáveis meteorológicas influenciariam para o rápido incremento de biomassa até a estabilização da carga de material.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na RPPN Caminho das Tropas, coordenadas geográficas centrais de 25°20'53" S e 49°47'39" O, localizada no município de Palmeira, PR. A RPPN Caminho das Tropas, criada no ano de 2008 por meio da portaria nº 188/08 (INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP), 2015), tem uma área de 189,70 hectares e faz parte da Fazenda Santa Rita.

Segundo o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) (2015), o clima regional em que está inserida a RPPN Caminho das Tropas é do tipo Cfb, conforme a classificação de Köppen. Esse clima (temperado) está presente nas porções mais elevadas dos planaltos do Paraná. As chuvas distribuem-se uniformemente ao longo do ano, apresenta verões frescos, com temperaturas médias inferiores a 22 °C, e invernos frios, com médias de temperatura abaixo de 18 °C. A ocorrência de geadas é frequente, podendo anualmente ser registradas uma média de 10 a 25.

Os ventos sopram continuamente na região dos campos naturais, devido à sua localização e cobertura vegetal baixa. Tanto a direção como a intensidade dos ventos pode mudar com frequência em curtos períodos de tempo (BURGARDT; LIMA LEITE; VIRGENS FILHO, 2011).

Para as queimas com o objetivo de avaliar o comportamento do fogo em vegetação de Estepe Gramíneo-Lenhosa, foram delimitadas 20 parcelas com dimensões de 3 x 20 m (60 m²), totalizando 1.200 m² de área queimada (figura 1). Do total de parcelas plotadas, metade foi queimada contra o vento e metade a favor do vento. As queimas foram realizadas em 29 de setembro, 02 e 04 de outubro de 2012 (SEGER *et al.*, 2013).



Figura 1. Demarcação e queima de parcelas.

Figure 1. Demarcation and burn plots.

A carga média de material (massa seca) determinada para a área antes da realização das queimas da vegetação foi de $14,90 \text{ ton.ha}^{-1}$, com teor médio de umidade de $50,45\%$. Após as queimas, a média de material combustível residual (não queimado) foi estimada em $3,41 \text{ ton.ha}^{-1}$, o que representou uma eficiência de queima (material consumido pelo fogo) de $76,86\%$ (SEGER, 2015).

Em relação às variáveis do comportamento do fogo, as médias registradas nas queimas a favor do vento foram: velocidade de propagação do fogo de $0,049 \text{ m.s}^{-1}$, intensidade do fogo de $210,53 \text{ kcal.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$ e calor liberado de $4067,19 \text{ kcal.m}^{-2}$. Nas queimas contra o vento, as médias foram: velocidade de propagação do fogo de $0,012 \text{ m.s}^{-1}$, intensidade do fogo de $50,68 \text{ kcal.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$ e calor liberado de $4508,92 \text{ kcal.m}^{-2}$ (SEGER *et al.*, 2013).

Obtenção de dados

O período de monitoramento foi de um ano subsequente à realização das queimas, com as coletas sendo realizadas bimestralmente (totalizando seis coletas), nas seguintes datas: 04 de dezembro de 2012 e 06 de fevereiro, 07 de abril, 04 de junho, 05 de agosto e 06 de outubro de 2013. As coletas foram realizadas sempre com um período mínimo de dois dias após a última chuva, quando houve ocorrência delas nas datas inicialmente previstas para as coletas.

Para a coleta do material, empregou-se a moldura de $20 \times 20 \text{ cm}$ ($0,04 \text{ m}^2$). Em todas as datas, foram feitas coletas de material em três pontos distribuídos sistematicamente nos espaços onde tinham sido plotadas as parcelas para as queimas contra e a favor do vento. A distância (em metros) dos três pontos de coletas a partir do início das parcelas é apresentada na tabela 1.

Tabela 1. Distanciamento dos pontos do início das parcelas para as diferentes datas de coleta.

Table 1. Points distancing's from the beginning of the plots for the different collection dates.

Coleta	Data da coleta	Distância do início da parcela (m)		
		Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
1	04/12/2012	2	8	14
2	06/02/2013	3	9	15
3	07/04/2013	4	10	16
4	04/06/2013	5	11	17
5	05/08/2012	6	12	18
6	06/10/2012	7	13	19

Após as coletas, todas as amostras de material foram acondicionadas em sacos plásticos bem vedados, para evitar a perda de umidade. Em seguida foram levadas ao Laboratório de Incêndios Florestais da UFPR, para determinação da massa em estado fresco (natural) e para secagem em estufa com temperatura constante de 75°C por 48 horas. Após a secagem, fez-se a determinação do teor de umidade do material através da fórmula (SEGER *et al.*, 2013):

$$U\% = [(M_f - M_s) / M_s] \times 100$$

em que: $U\%$ = teor de umidade do material combustível (em %); M_f = massa do material fresco no momento da coleta (em grama); M_s = massa do material combustível seco em estufa (em grama).

Com os valores do material seco, fez-se o cálculo para a determinação da produção de massa seca (ton.ha^{-1}) e o teor de umidade do material para cada data de coleta.

Processamento e análise dos dados

Os dados obtidos foram processados em planilhas do Microsoft Office Excel 2007 e analisados com o *software* STATGRAPHICS Centurion XV. Os testes estatísticos utilizados para análise e comparação dos dados foram: análise de variância e teste de comparação de médias Student-Newman-Keuls.

RESULTADOS

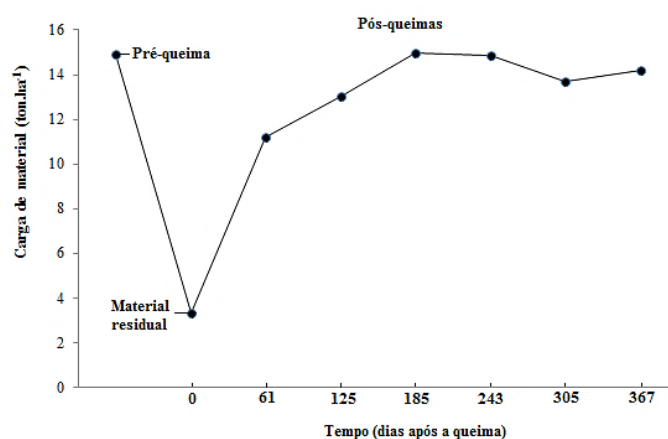
Incremento da biomassa

Os resultados do incremento de produção de massa seca (ton.ha^{-1}) verificados para as coletas realizadas no período de regeneração da vegetação pós-queima são apresentados na tabela 2. Na figura 2, é mostrada a curva referente ao consumo médio de material combustível pelo fogo e o posterior incremento de biomassa durante o período de monitoramento do processo de regeneração da vegetação.

Tabela 2. Médias de incremento da biomassa seca (ton.ha^{-1}) registradas nas coletas.

Table 2. Dry biomass averages increase (ton.ha^{-1}) recorded in the collections.

Queima/Parcela		Coletas de material					
		04/12/2012	06/02/2013	07/04/2013	04/06/2013	05/08/2013	06/10/2013
Contra o vento	03	13,23	17,69	17,84	18,62	13,85	14,23
	04	12,92	13,10	11,23	16,76	18,93	18,94
	08	11,41	10,72	11,97	18,14	16,01	11,52
	09	6,34	16,84	18,26	17,99	13,39	19,71
	10	13,42	15,40	18,45	13,79	18,30	18,86
	14	9,73	13,13	20,36	10,94	9,06	12,28
	15	7,98	9,05	11,62	16,97	7,81	13,48
	16	11,95	10,57	10,65	8,70	9,95	13,80
	19	15,03	12,78	13,44	11,70	9,53	15,73
A favor do vento	20	10,80	10,36	14,92	10,57	17,91	10,62
	01	10,45	17,89	12,22	12,48	13,48	11,70
	02	12,70	18,46	21,65	17,48	17,14	14,36
	05	13,01	17,82	13,03	18,81	16,26	16,32
	06	7,61	11,45	19,30	16,98	18,17	10,41
	07	13,83	8,86	20,57	17,21	16,58	18,62
	11	12,22	9,01	9,98	12,28	11,75	11,28
	12	11,89	12,48	12,70	14,20	11,13	12,84
	13	8,33	11,09	16,52	15,84	13,41	19,76
Média geral	17	10,71	11,02	13,24	12,58	8,45	10,64
	18	10,48	13,30	11,11	15,58	12,62	10,76
Média geral		11,20	13,05	14,95	14,88	13,69	14,29



Fonte: dados referentes à carga de material pré-queima e material residual obtidos de Seger *et al.* (2013).

Figura 2. Consumo de material combustível pelo fogo e incremento de biomassa vegetal pós-queima.

Figure 2. Fuel consumption by fire and plant biomass increase after-burning.

A produção de biomassa aérea no período subsequente à queima apresentou incremento nos seis primeiros meses (três primeiras coletas), quando foi atingido valor de carga similar ao registrado antes das queimas. Portanto, observa-se que a recomposição da biomassa aérea até atingir o valor da carga inicial foi num espaço de tempo bastante curto, ou seja, praticamente em seis meses.

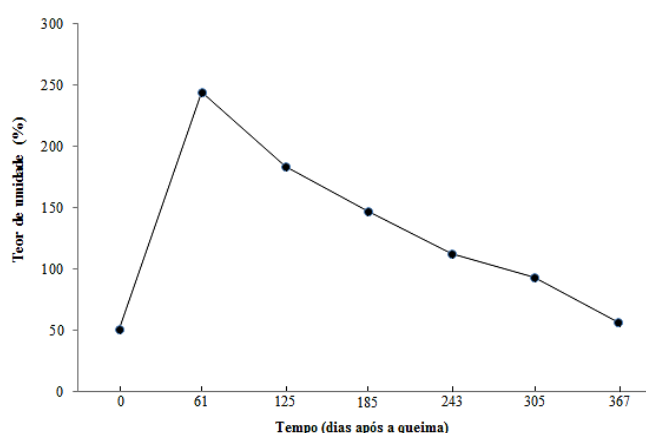
Variação do teor de umidade do material

Os resultados do teor de umidade do material combustível nas datas de coleta são apresentados na tabela 3. Na figura 3 é mostrada a curva das alterações do teor de umidade do material desde a data das queimas até a última coleta.

Tabela 3. Teor médio de umidade (%) do material combustível registrado nas datas de coleta.

Table 3. Fuel moisture average content (%) recorded in the collection dates.

Parcela/Queima		Coletas de material					
		04/12/2012	06/02/2013	07/04/2013	04/06/2013	05/08/2013	06/10/2013
Contra o vento	03	217,56	222,19	138,42	125,62	97,63	60,93
	04	297,00	194,93	127,91	126,80	114,33	54,23
	08	301,97	210,06	186,39	125,36	108,08	70,15
	09	325,20	278,01	197,33	127,49	109,37	66,95
	10	329,42	259,27	158,29	114,69	118,02	67,69
	14	155,53	159,55	112,41	114,43	74,28	41,75
	15	209,72	145,74	129,68	84,89	94,05	63,96
	16	380,03	249,52	114,67	86,26	92,31	49,66
	19	187,53	145,82	112,19	115,22	78,78	41,58
	20	182,79	138,76	114,62	105,53	59,11	37,70
A favor do vento	01	194,31	186,65	176,27	121,75	95,96	67,72
	02	214,45	184,94	127,80	146,28	118,45	64,10
	05	280,60	172,16	158,60	104,81	101,16	62,74
	06	247,66	205,46	184,44	117,50	123,23	60,09
	07	274,89	263,43	165,10	126,94	110,26	76,15
	11	227,10	172,46	110,89	131,68	93,45	48,92
	12	162,43	133,91	132,91	112,02	71,85	51,99
	13	193,95	145,43	119,25	83,21	36,14	61,47
	17	242,47	157,25	187,80	88,97	97,92	31,84
	18	255,07	139,13	140,98	88,62	76,43	43,93
Média Geral		243,98	188,23	144,79	112,40	93,54	56,18



Fonte: dados referentes ao teor de umidade na data da queima obtidos de Seger *et al.* (2013).

Figura 3. Teor de umidade do material combustível durante o período de monitoramento pós-queima.

Figure 3. Fuel moisture content during the post-burning monitoring period.

O teor médio de umidade do material (biomassa) dentro do período de monitoramento variou de 243,98% na primeira coleta para 56,18% na última.

Análise estatística

Na tabela 4 estão apresentadas as médias obtidas referentes ao incremento de biomassa (ton.ha^{-1}) e teor de umidade (%) em cada data de coleta de material, e também os resultados do teste de comparação de médias entre essas variáveis em função das duas técnicas de queima empregadas.

Tabela 4. Comparação de médias de incremento de biomassa e teor de umidade entre as datas de coleta de material e os tratamentos de queima.

Table 4. Average comparison of biomass increment and moisture content between the dates of material collections and burn treatments.

Data de coleta	Incremento de biomassa (ton.ha^{-1}) /Teor de umidade (%)	Queima contra o vento			Queima a favor do vento		
		Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
04/12/2012	Incremento	11,28 _a	6,34	15,03	11,12 _a	7,61	13,83
	Teor de umidade	258,68 _a	155,53	380,03	229,29 _{ab}	162,43	280,60
06/02/2013	Incremento	12,96 _a	9,05	17,69	13,14 _a	8,86	18,46
	Teor de umidade	200,38 _{bc}	138,76	278,01	176,08 _c	133,91	263,43
07/04/2013	Incremento	14,87 _a	10,65	20,36	15,03 _a	9,98	21,65
	Teor de umidade	139,19 _{de}	112,19	197,33	150,40 _{de}	110,89	187,80
04/06/2013	Incremento	14,42 _a	8,70	18,14	15,34 _a	12,28	18,81
	Teor de umidade	112,63 _{ef}	84,89	127,49	112,18 _{ef}	83,21	146,28
05/08/2013	Incremento	13,47 _a	7,81	18,93	13,90 _a	8,45	18,17
	Teor de umidade	94,60 _{fg}	59,11	118,02	92,49 _{fg}	36,14	118,45
06/10/2013	Incremento	14,92 _a	10,62	19,71	13,67 _a	10,41	19,76
	Teor de umidade	55,46 _g	41,58	70,15	56,90 _g	31,84	76,15

Nota: Médias seguidas pela mesma letra nas linhas e colunas (comparação individualizada para cada variável) não diferem entre si pelo teste Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

DISCUSSÃO

O rápido incremento da biomassa certamente foi influenciado pelas condições meteorológicas e ambientais da área. O período entre a realização das queimas (04/10/2012) e a terceira coleta (07/04/2013) abrangeu a primavera e o verão, estações em que as temperaturas são mais elevadas na região, apresentando médias acima de 20 °C. Além disso, geralmente nesse período são registrados os maiores índices pluviométricos na região, o que contribui para o crescimento das plantas. Durante esse período, a temperatura média foi de 20,05 °C e o total de precipitação pluviométrica acumulada foi de 720 mm (FUNDAÇÃO ABC, 2015). Além do alto índice acumulado, a distribuição das chuvas nos meses foi relativamente regular, constituindo-se também num fator que certamente contribuiu para o incremento da biomassa vegetal num espaço de tempo bem curto.

Comportamento semelhante de incremento de biomassa seca foi registrado por Basso, Baréa e Jacques (2009), para uma área de campo dominada por capim do gênero *Paspalum*, na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Nesse estudo, os autores verificaram um grande incremento de biomassa nos quatro primeiros meses (entre outubro e fevereiro), com a estabilização da carga ocorrendo a partir do oitavo mês (junho), quando a influência das condições meteorológicas do inverno começou a provocar a morte da vegetação.

O fato de a área não estar sofrendo mais perturbações (especialmente de queimadas) há alguns anos, desde que foi decretada como RPPN, pode também ter influenciado a rápida regeneração e incremento de biomassa vegetal. O descanso da área por vários anos pode ter enriquecido o solo com maior concentração de nutrientes e, por conseguinte, com maior fertilidade. Mesmo com o solo descoberto e sujeito à lixiviação dos nutrientes pelas chuvas, sua fertilidade pode não ter diminuído muito. A respeito desse processo, Pereira e Peres (1985), em estudo com pastagens naturais na região do Cerrado brasileiro sob regime de queimas frequentes, verificaram que há uma recuperação muito rápida da carga de biomassa quando ocorrem chuvas em dias subsequentes às queimadas. Contudo, após três a cinco meses, o incremento cai bastante, indicando, conforme os autores, que parte dos nutrientes acumulados nas cinzas é reabsorvida pelas plantas e parte é perdida pela lixiviação no solo.

Outro fator que pode ter influenciado na rápida regeneração e incremento de biomassa vegetal foi o banco de sementes depositado no solo da área, que permaneceu sem sofrer perturbações de ordem natural ou antrópica por longo período de tempo.

Até atingir a estabilização, o incremento da carga de biomassa seca apresentou média mensal de $1,92 \text{ ton.ha}^{-1}$, atingindo no sexto mês a carga de $14,95 \text{ ton.ha}^{-1}$, praticamente a mesma carga registrada antes da queima. O aparecimento de material morto teve início após a quarta coleta (oitavo mês após a queima), no período em que o teor de umidade do material já havia sofrido significativa redução em relação aos meses anteriores.

O incremento de biomassa em vegetação de Campos no processo de regeneração é bastante dinâmico e depende de vários fatores. Em estudo realizado em campo sujo de vegetação de Cerrado (onde predomina vegetação herbácea), Batmanian (1983) constatou que a carga da biomassa do estrato rasteiro de áreas queimadas somente atingiram valores semelhantes a uma área não queimada das proximidades quando passados 15 meses após a passagem do fogo. O autor comenta que o retardamento ocorreu principalmente devido ao pouco crescimento das espécies de capim (Poaceae) durante a estação seca, que ocorre na região central do Brasil. Neto, Andrade e Miranda (1998) estimam que cerca de 70% da biomassa do estrato rasteiro de campo sujo é recuperada dentro de um período de um ano após queimadas realizadas na época da estação seca, e a recuperação total somente após cerca de dois anos da queimada.

Evangelista *et al.* (1999), analisando duas áreas submetidas ao fogo contendo solos distintos (Cambissolo e Latossolo) na região de Campo da Mantiqueira em Minas Gerais, verificaram que foram necessários sete meses para a estabilização de biomassa para a área de Cambissolo e oito meses para a área de Latossolo. Cardoso *et al.* (2003), em pesquisa ligada aos efeitos do fogo na dinâmica da biomassa aérea de um campo nativo no Pantanal, também constataram um incremento acentuado de biomassa (seca) vegetal até o oitavo mês após as queimas, quando, então, ocorreu a estabilização. No estudo, os autores verificaram que o aparecimento de fitomassa morta teve início a partir do sexto mês após a queima, com aumento ao longo dos meses seguintes.

O valor de 56,18% de umidade registrada um ano após as queimas é bem próximo ao teor de umidade verificado para o material antes da realização das queimas, que foi de 50,45% (SEGER *et al.*, 2013). A sequência de diminuição do teor de umidade seguiu o padrão apresentado para folhagens vivas, que, segundo Soares e Batista (2007), podem registrar variações em ciclo de regeneração de 300% em brotação nova para 50% quando a folhagem está em processo de dormência e prestes a morrer.

Por se tratar de uma vegetação em que a maioria das espécies apresenta ciclo de vida curto e com a morte delas geralmente ocorrendo com menos de um ano após a regeneração, a perda de umidade de boa parte das plantas da área ocorre de forma rápida. O curto ciclo de vida das plantas constitui um fator natural que contribui para que a região da Estepe Gramíneo-Lenhosa apresente alto perigo de ignição do material e de ocorrência de incêndios florestais.

As análises estatísticas apresentadas demonstraram que não houve diferenças significativas entre as médias obtidas para o incremento de biomassa da vegetação entre os diferentes tratamentos de queimas e nas diferentes datas de coleta de material.

Com relação ao teor de umidade do material, também não foram registradas diferenças estatísticas significativas entre as médias obtidas para as parcelas com os diferentes tratamentos de queima para cada data de coleta de material. No entanto, foram verificadas diferenças significativas nos resultados (médias) para algumas datas na sequência das coletas de material. Embora a perda de umidade tenha sido de forma contínua durante todo o período de coletas, ela foi mais acentuada para as primeiras. Enquanto que nas parcelas queimadas a favor do vento a umidade da vegetação baixou de uma média de 258,68%, verificada na primeira coleta, para 200,38% na segunda e 139,39% na terceira, nas parcelas queimadas a favor do vento as médias baixaram de 229,29% para 176,08% e 150,40% na sequência das três coletas iniciais. Todos esses valores (na sequência das coletas) apresentam diferenças significativas entre si quando analisados em separado ou em conjunto entre os dois tratamentos de queima empregados. O período de maior redução de teor de umidade coincidiu com o período de incremento de biomassa, até atingir a estabilidade de carga.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pelo monitoramento da regeneração da vegetação da área de estudo no período pós-queima, pode-se concluir que:

- O incremento da biomassa seca (em ton.ha^{-1}), até atingir a estabilização, ocorreu num curto espaço de tempo, o que é típico de ambientes com predomínio de vegetação herbácea;
- Comparado a outros estudos realizados em vegetação de ambientes de campo do Brasil, o incremento de biomassa no processo de regeneração da vegetação na área de estudo foi mais rápido, atingindo a estabilização em menor espaço de tempo;

- O teor de umidade do material teve grande variação durante o período da pesquisa, fato este relacionado ao curto ciclo de vida de grande parte das espécies vegetais dos campos da área de estudo, que, devido à ação de variáveis meteorológicas, como as geadas, por exemplo, geralmente não passa de um ano.
- Os resultados obtidos comprovaram a hipótese da pesquisa, ou seja, o incremento de biomassa registrado para a vegetação da área de estudo até atingir a estabilização ocorreu dentro do período esperado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao proprietário da RPPN Caminho das Tropas, Sr. Luiz Eduardo Veiga Lopes Jr., pela disponibilização da área para a realização do estudo, à Eng.^a Agrônoma Elvira Alice Kudla e aos estagiários do Laboratório de Incêndios Florestais do Curso de Engenharia Florestal da UFPR, pelo auxílio nos trabalhos.

REFERÊNCIAS

- BASSO, S. M. S.; BARÉA, K.; JACQUES, A. V. A. *Paspalum* e *Adesmia*: importantes forrageiras dos Campos Sulinos. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Eds.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, MMA, 2009. p. 163 - 174.
- BATMANIAN, G. J. **Efeitos do fogo sobre a produção primária e a acumulação de nutrientes de estrato rasteiro de um Cerrado**. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Departamento de Biologia Vegetal, Brasília, 1983.
- BRITO, G. C. **Efeitos do fogo sobre a vegetação em duas áreas de Campo Rupestre na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil**. 92 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Setor de Ciências Biológicas, Feira de Santana, 2011.
- BURGARDT, S.; LIMA LEITE, M. de; VIRGENS FILHO, J. S. das. Direção horária predominante e de rajada de vento em localidades dos Campos Gerais do Paraná e arredores. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 8, p. 137 - 151, 2011.
- CARDOSO, E. L.; CRISPIM, S. M. A.; RODRIGUES, C. A. G.; BARIONI, W. J. Efeitos da queima na dinâmica da biomassa aérea de um campo nativo no Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 747 - 752, 2003.
- CARMO, F. F.; SOUSA, E.; FONSECA, F. C.; RIBEIRO, L. C.; JACOBI, C. M. Recrutamento pós-fogo em dois habitats de um campo rupestre ferruginoso (canga) na Serra da Moeda, MG. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8, 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu, 2007, p. 1 - 2.
- CASALS, P.; VALOR, T.; BESALÚ, A.; MOLINA-TÉRREN, D. Understory fuel load and structure eight to nine years after prescribed burning in Mediterranean pine forests. **Forest Ecology and Management**, v. 362, Amsterdam, p. 156 - 168, 2015.
- COSTA, G. M. da. **Regeneração da vegetação campestre sob distúrbio de fogo na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil**. 76 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Feira de Santana, Setor de Ciências Biológicas, Feira de Santana, 2010.
- DAMÉ, P. R. V.; QUADROS, F. L. F. de; KERSTING, C. E. B.; TRINDADE, J. P. P.; LONDERO, F. A. A. Efeitos da queima seguida de pastejo ou diferimento sobre a produção, qualidade, cobertura do solo e sistema radicular de uma pastagem natural. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 391 - 396, 1997.
- EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. de; CURI, N.; CARVALHO, M. M. de; FONSECA, E. G. Produção de matéria seca de pastagens nativas localizadas em áreas de Cambissolo e Latossolo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 4, p. 987 - 992, 1999.
- FUNDAÇÃO ABC. **Sistema de monitoramento agrometeorológico**. Disponível em: <<http://sma.fundacaoabc.org.br/monitoramento/grafico/diario>>. Acesso em: 20 jun. 2015.
- HERINGER, I.; JACQUES, A. V. A. Qualidade da forragem de pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 399 - 406, 2002.
- INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). **Unidades de conservação do Paraná: RPPN Reserva Particular do Patrimônio Natural**. Disponível em: <<http://www.uc.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=131>>. Acesso em: 15 jun. 2015.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Mapas climáticos do estado do Paraná**. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/iapar/sma/Rosa_dos_ventos.htm>. Acesso em: 15 jun. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual de classificação da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro, IBGE, 2012. (Série Manuais Técnicos em Geociências, n. 1)

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 4. ed. Ponta Grossa: Editora da UEPG, 2012, 526 p.

MENDES, C. R.; SOUZA LIMA, M. G. de; QUADROS, F. L. F. de; ABREU, C. M.; GARAGORRY, F. C. Influência da queima no teor de pigmentos, proteína solúvel e carboidratos em gramíneas de pastagens naturais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 239 - 245, 2010.

MORO, R. S.; CARMO, M. R. B. A vegetação campestre nos Campos Gerais. In: MELO, M. S. de; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Org.). **Patrimônio natural dos Campos Gerais**. Ponta Grossa: Editora UEPG, p. 49 - 58, 2007.

MOURA ZANINI, A. de; DINIZ, D. Efeito da queima sobre o teor de umidade, características físicas e químicas, matéria orgânica e temperatura no solo sob pastagem. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 7, n. 3, p. 1 - 11, 2006.

NETO, W. N.; ANDRADE, S. M. A.; MIRANDA, H. S. The dynamics of the herbaceous layer following prescribed burning: a four year study in the Brazilian savanna. In: Viegas, D. X. (ed.). III International Conference on Forest Fire Research Luso. **Proceedings...** Coimbra, Ed. Viegas, p. 1785 - 1792, 1998.

PEREIRA, J.; PERES, J. R. Manejo de matéria orgânica. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). **Solos dos cerrados: tecnologia e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel; Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p. 261 - 284, 1985.

REDIN, M.; SANTOS, G. F. dos; GENUIR, M. P.; DENEGA, G. L.; LUPATINI, M.; DONEDA, A.; SOUZA, E. L. de. Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 381 - 392, 2011.

SEGER, C. D.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F.; SOARES, R. V. Comportamento do fogo em queimas controladas de vegetação de Estepe no município de Palmeira, Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 4, p. 547 - 558, 2013.

SEGER, C. D. **Material combustível e comportamento do fogo em vegetação de estepe gramíneo-lenhosa na RPPN Caminho das Tropas, Palmeira, Paraná**. 195 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 2015.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba, 2007.